

神戸市小児救急搬送症例の後方視的観察研究 救急搬送の実態と転帰調査、バイタルサインのカットオフ値作成

椎間 優子¹⁾、染谷 真紀¹⁾、有吉 孝一²⁾、増井 美苗¹⁾、
宮越 千智³⁾、根津 麻里³⁾、黒澤 寛史¹⁾

要 旨 本研究は 1) 神戸市の小児救急搬送の実態を調査し、年齢分布、性別、重症度、転帰を明らかにすること、2) 神戸市消防局の搬送記録をもとにバイタルサインの各年齢層でのカットオフ値を作成すること、を目的とした。2013 年から 2015 年の 3 年間に神戸市消防局が出動した 18,493 例を対象とし、神戸市消防局による搬送の記録に加え、そのうち 3 次施設へ搬送された 5,671 例 (30.7%) の転帰について追跡調査を行なった。年齢の中央値は 5 歳 (IQR 2-13) で、男子は 11,063 例 (60.0%) であった。不搬送、詳細不明を除く搬送例 16,251 例では、12,707 (78.2%) 例が照会回数 1 回で搬送先が決定し、現場出発から病院到着までの所要時間の中央値は 10 分 (IQR 6-15) であった。病院間搬送を除く 3 次施設への搬送は 4,477 例で、そのうち 12 時間後に帰宅 3,091 例 (69.0%)、入院 1,088 例 (24.3%)、入院し非侵襲的陽圧換気、人工呼吸管理、心血管作動薬のいずれかを要した重症管理あり入院が 66 例 (1.5%)、死亡 41 例 (0.9%)、転院が 35 例 (0.8%)、不明 156 例 (3.5%) であった。救急隊による重症度判定は搬送 12 時間後の転帰を反映していた。病院間搬送 1,727 例に関して、1-2 次施設間の搬送が 497 例、3 次施設から 1-2 次施設への搬送は 36 例であった。一方 1-2 次施設から 3 次施設への搬送が 1,072 例、3 次施設から 3 次施設へは 122 例であった。1-2 次施設から 3 次施設搬送された症例のうち、ほとんどが入院 (602 例 56.1%)、もしくは重症管理あり入院 (91 例 8.5%) であったが、103 例 (9.6%) が 12 時間後には帰宅していた。軽症症例はほとんどが 12 時間後に帰宅可能であったことから、背景疾患などのさらなる解析により、今後の適切な資源配分、政策作成、社会的取り組みの役に立てることができると思われる。また、新たな年齢ごとのバイタルサインカットオフ値を用いた重症度判定の検討も可能と考える。

Key Words : 救急搬送、小児、バイタルサイン

はじめに

近年、救急出動の件数は年々増加しており、救急車の適正利用は喫緊の課題である(1)。受け入れ先決定まで照会回数の増加、現場滞在時間の延長などの問題が指摘され(2)、2009 年には傷病者の搬送及び受入れの実施に関する基準が策定されている(3)。日本では救急搬送のうち 18 歳未満の救急搬送者はおおよそ 5-8%程度で

(2)、2017 年の報告では小児の救急搬送のうち重症及び蘇生患者の搬送割合は 2.2%、成人を含めた全救急搬送で見ると 0.2%と報告されている(4)。小児の救急搬送後の転帰を調べた研究はこれまでになく、重症度評価と搬送先の選定などの事後評価は行われていない。

一方、国外からは特定の国や地域での小児救急搬送の実態や搬送後の転帰が報告され、必要物品の選定や救急隊のトレーニング、手技の習得、小児搬送が多い地域でのケアの充実、病院間搬送への備えなどに生か

1) 兵庫県立こども病院小児集中治療科

2) 神戸市立医療センター中央市民病院救命救急センター

3) 神戸市立医療センター中央市民病院小児科

されている(5-9)。病院間搬送の患者には比較的軽症が多いため、患者教育や病院間搬送先の医療資源に関する検討が提案されたり(10)、緊急性の低い小児の救急搬送などの増加も指摘され(11)、アメリカのある地域では16.4%が搬送不要の症例であったとの報告もある(12)。

神戸市は日本で6番目に大きな都市で人口約150万人、そのうち18歳未満は23万人である。2018年の年間の救急出動件数は88,605件、搬送人数は約74,512人、そのうち18歳未満の小児搬送例は6,107例(8.2%)であった(13)。今回2013年から2015年の3年間に神戸市消防局が出動した18歳未満の症例について、救急隊の出動記録から実態調査を行った。さらに3次病院へ救急搬送となった症例に関してはその後の転帰を調べ、搬送時の重症度との相関に関して検討した。

バイタルサインは、患者の状態把握に必須で救急搬送における重症度判定にも用いられる。しかし、我が国の小児におけるバイタルサインの標準化を検討した研究はこれまでにない。救急蘇生法の指針における小児の呼吸数と心拍数の目安は、諸外国の教科書やガイドライン等を参考に定められているが(14)、十分な根拠を書いており、定められた値の系統的な事後評価もされてこなかった。近年、参考にしてきた諸外国の値が、実際の測定と異なることが指摘され(15)、それぞれの状況での新たなバイタルサインのパーセンタイルカーブの作成と妥当性評価が行われている(16-18)。わが国での小児のバイタルサインの標準値設定は喫緊の課題と言える。

本研究は、小児救急搬送の現状、および3次施設への搬送患者の転帰を把握し、根拠に基づいた心拍数、呼吸数の目安を示すことで、今後の小児救急患者の搬送先選定基準の適正化や、救命率向上、医療資源の適切な利用について検討する際の一助となることを目的に行った。

目的

救急搬送中の小児のバイタルサインと患者転帰の関係を明らかにし、既存のバイタルサインの目安の妥当性を評価する。

- ① 神戸市消防局救急隊が出動した18歳未満の症例の現状を調査する。
- ② 搬送先病院での転帰と救急隊による重症度判定の関係を調べる。
- ③ 18歳未満の救急搬送症例で、心拍数、および呼吸数の男女別カットオフ値を作成する。

方法

1. 研究デザイン

多施設共同後方視的観察研究

2. 対象

2013年1月1日～2015年12月31日に神戸市消防局救急隊が出動した18歳未満の全症例を対象とした。

3. 研究機関

神戸市消防局、兵庫県立こども病院、および神戸市消防局救急隊により対象症例が搬送された3次医療機関のうち、研究協力の同意が得られた神戸市立医療センター中央市民病院、神戸大学医学部附属病院、兵庫県災害医療センター、兵庫県立加古川医療センター、兵庫県立西宮病院、兵庫県立尼崎総合医療センター。

4. データソース

神戸市消防局救急搬送データは、神戸市消防局による救急出動の全症例を救急隊員が前方視的に登録するデータレジストリーシステムである。搬送年月日、覚知時刻、指令時刻、出勤時刻、現場到着時刻、現場出発時刻、病院到着時刻、引き上げ時刻、帰署時刻、ドクターカー・ドクターヘリ要請、患者情報(性別、年齢)、緊急度、傷病分類、概要、収容先医療機関、病院間搬送、搬送元(病院間搬送だった場合)等の情報が含まれる。バイタルサインは、心拍数、呼吸数、酸素飽和度、血圧、体温、Japan Coma Scale(JCS)、Glasgow Coma Scale(GCS)が含まれ、それぞれ接触時、救急車内収容時、病院到着時に測定されている。神戸市消防局救急搬送データのうち、対象期間内に搬送した18歳未満の全患者データを使用した。

5. 評価項目の収集方法

3次施設へ搬送された症例に関しては、研究協力の同意が得られた7施設へ訪問し、カルテと搬送記録から年齢、搬送年月日、性別で患者を特定し、12時間後の転帰情報を収集した。

6. 観察項目

年齢、性別、既往歴、救急要請日時、救急要請理由、呼吸数(患者接触時、病院到着直前、最悪値)、心拍数(患者接触時、病院到着直前、最悪値)、救急隊による重症度判定(軽症・中等症・重症・死亡)、病院間搬送の有無。

7. 評価項目

主要評価項目は搬送後12時間での転帰で、帰宅、入院、重症管理ありの入院、転院、死亡の5段階とした。『重症管理あり』は、Bonafideらが院内急変対応チームの成果を報告した指標を参考にして作成し(19)、12時間以内に非侵襲的陽圧換気、人工呼吸管理、心血管

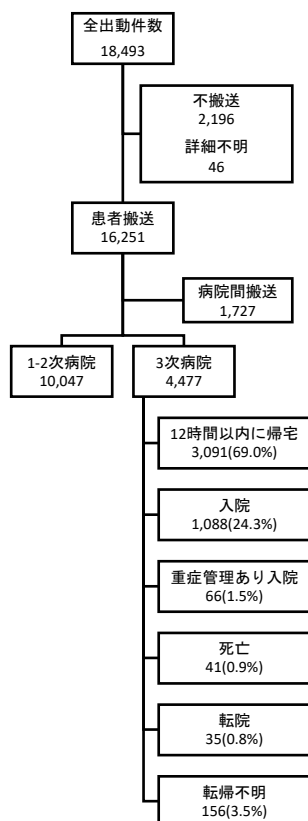
作動薬使用のいずれかが行われた場合を重症管理あり入院と定義した。心血管作動薬使用にはアドレナリンの皮下注射も含めた。転院の場合には搬送先医療機関も調査した（3次施設以外、3次施設）。

8. 統計解析

データ表記について、正規分布は平均及び標準偏差、非正規分布は中央値及び四分位数を用いた。

各年齢層におけるバイタルサインのカットオフ値を求めるためのパーセントールカーブは、Box-Cox power exponential (BCPE) 分布を前提とした Generalized additive models for location, scale, and shape (GAMLSS) を用いて作成した。これらは偏りがあるデータにも有用である。カットオフ値は男女別で作成した。臨床現場での使用を考慮し、5、10、25、50、75、90、95 パーセンタイルにおける心拍数、呼吸数を年齢別にそれぞれ13の年齢群で表示した。これらの解析は R software (ver. 3.5.1) GAMLSS package を用いて行なった。

図1 対象患者フローチャート



9. バイタルサインカットオフ値作成のデータ処理

観察されたバイタルサインのうち、生理学的範囲を超えるもの、心肺蘇生中もしくは蘇生後のバイタルサイン

（心拍数<30もしくは>250回/分、呼吸数<5もしくは>100回/分）は除外した。一人の患者で2ポイント以上バイタルサインが測定されている場合、現場到着時、救急車内収容時、病院到着時の順で優先的に選択した。

10. 倫理的側面に関して

本研究は、兵庫県立こども病院倫理委員会にて承認を得た（承認番号29-69）。神戸市消防局救急搬送データを用いた後ろ向き研究であり、研究に関する事項を広く公開し、当該データを研究に使用すること等について被験者が拒否できる機会を保障し同意に代えた。

表1 概要

全出動件数	18,493
2013年	6,111
2014年	6,274
2015年	6,198
全搬送件数	16,251
年齢、歳(中央値(IQR))	5(2-13)
性別 男性(%)	11,063(60.0)
所要時間	
覚知から現場到着 (分) n=18,493	8(7-10)
現場出発から病院着 (分) n=16,251	10(6-15)
搬送例 n=16,251	
搬送先決定まで	
搬送依頼電話回数	1(1-1) (min 1, max 14)
1回の電話依頼で搬送先決定 n(%)	12,707(78.2)
病院間搬送 n(%)	1,727(10.6)
1-2次病院から3次病院へ	1,072
3次病院から3次病院へ	122
1-2次から1-2次病院へ	497
3次病院から1-2次病院へ	36
3次施設への搬送 n(%)	5,671(34.9)
そのうち病院間搬送 n(%)	1,194(21.1)

結果

1. 小児救急搬送データ

2013年から2015年の3年間に神戸市消防局が出動した18歳未満は18,493例（2013年6,111例、2014年6,274例、2015年6,198例）で、年齢の中央値は5歳（IQR 2-13）で、U字型の分布を示し、1歳と17歳に二峰性のピークが見られた（図2）。男子は11,063例（60.0%）であった。不搬送、詳細不明を除く搬送件数は16,251例であった。

12,707例（78.2%）が照会回数1回で搬送先が決定していた。現場出発から病院到着までの所要時間の中央

値は 10 分 (IQR6-15) であった。曜日毎の搬送件数は平日に比べて週末が多かった (図 3)。時間帯による搬送件数の分布は、17 時にピークがみられ、深夜帯は少なかった (図 4)。

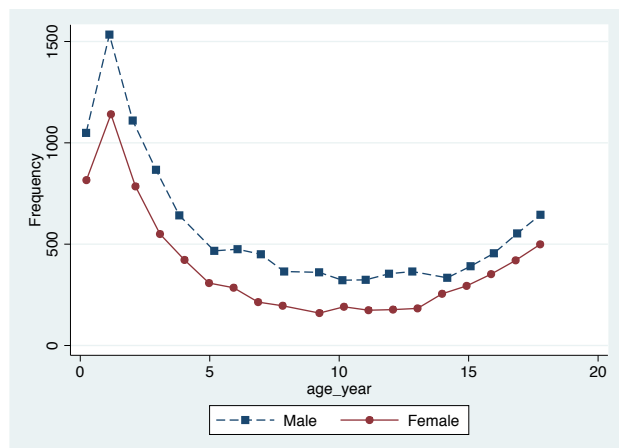


図 3 曜日別分布

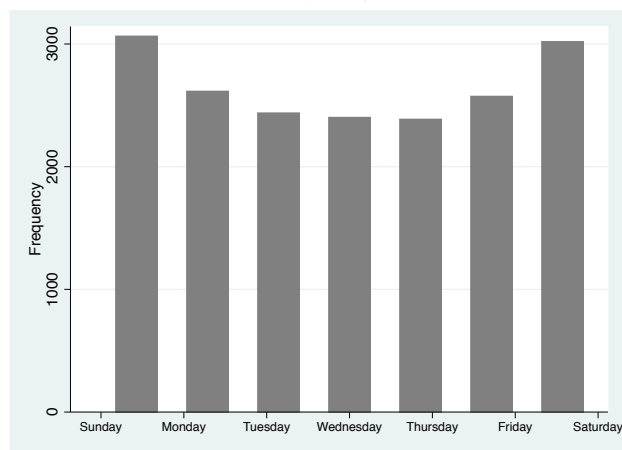
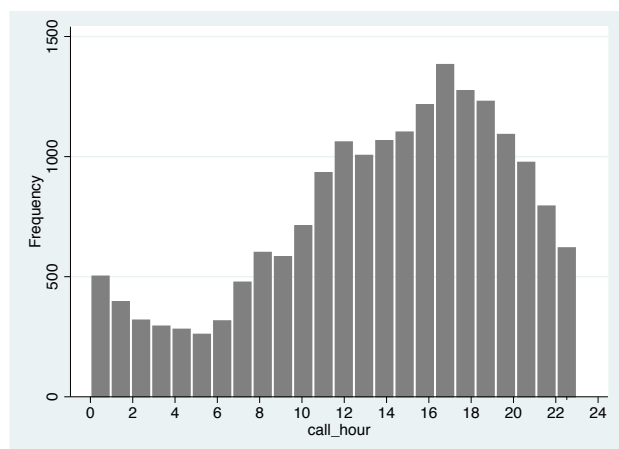


図 4 時間別分布



救急隊による重症度判定では、全搬送の 83% が軽症でそのほとんど (75.0%) が 1-2 次病院へ搬送されていた。

一方重篤症例は 1 例を除いて 3 次病院へ搬送されていた。救急隊の評価で死亡と判断された症例の中には 1-2 次病院へ搬送された例も見られが、重症、

重篤、死亡のほとんどが 3 次施設へ搬送されていた (表 2)

病院間搬送を除く 3 次施設への搬送は 4,477 例で、そのうち 12 時間後に帰宅が 3,091 例 (69.0%)、入院 1,088 例 (24.3%)、入院し非侵襲的陽圧換気、人工呼吸管理、心血管作動薬のいずれかを要した重症管理あり入院が 66 例 (1.5%)、死亡 41 例 (0.9%)、転院が 35 例 (0.8%)、不明 156 例 (3.5%) であった (図 1、表 3)。

表 2 救急隊による重症度判定と搬送病院 n (%)
(病院間搬送を除く n=14,524)

救急隊重症度	1-2 次病院	3 次病院	計
軽症	9,036	3,014	12,050(83.0)
中等症	991	1,269	2,260(15.6)
重症	17	120	137(0.9)
重篤	1	59	60(0.4)
死亡	2	15	17(0.1)
	10,047	4,477	14,524

表 3 3 次施設へ搬送された症例の転帰 n (%)

12 時間後帰宅	3,091 (69.0)
入院	1,088 (24.3)
重症管理あり入院	66 (1.5)
死亡	41 (0.9)
転院	35 (0.8)
不明	156 (3.5)
	4,477

重症度判定と 3 次施設搬送症例の転帰に関しては、3 次施設に搬送されていても 3,091 例 (69%) が 12 時間後には帰宅していたが、救急隊により重篤と判定された症例の転帰は死亡か、もしくは重症管理あり入院であった。重症と判定された症例は 12 時間後帰宅から重症管理あり入院とばらつきが見られたが、死亡した症例はいなかった (表 4)。

転帰	重症度					
	軽症	中等症	重症	重篤	死亡	
12h後帰宅	2,494	584	13	0	0	3,091
入院	449	564	74	1	0	1,088
入院 (重症管理)	4	21	21	20	0	66
死亡	0	0	0	28	13	41
転院	4	26	5	0	0	35
不明	63	74	7	10	2	156
	3,014 (67.3%)	1,269 (28.3%)	120 (2.7%)	59 (1.3%)	15 (0.3%)	4,477

病院間搬送1,727例に関して、1-2次施設間の搬送が497例、3次施設から1-2次施設への搬送は36例であった。一方1-2次施設から3次施設への搬送が1,072例、3次施設から3次施設へは122例であった(表5)。1-2次施設から3次施設へ搬送された症例のうち、ほとんどが入院(602例56.2%)もしくは重症管理あり入院(91例8.5%)であったが、103例(9.6%)は12時間後には帰宅していた。

病院間搬送	1,727
1-2次病院への搬送	533
1-2次病院から	497(93.5)
3次病院から	36(6.8)
3次病院への搬送	1,194
1-2次病院から	1,072(89.8)
3次病院から	122(10.2)

2. バイタルサインのパフォーマンス

心拍数、呼吸数の各年齢層でのカットオフ値を表に示した(表6-9)。

考察

神戸市消防局による3年間の小児救急出動症例の現状をまとめた。救急隊による重症度判定と3次病院搬送症例との転帰の関係からは、重症以上(重症、重篤、死亡)と判定された194例のうち181例(93.3%)が入院加療を要し、82例(42.3%)が重症管理あるいは死亡という転帰であったことから、重症度判定はある程度有効に働いていると思われる。

しかし、3次病院へ搬送された4,477例のうち3,091(69.0%)が12時間後には帰宅しており、3次病院に搬送されている小児の多くが、1次あるいは2次病院で対

応可能であった可能性がある。救急隊が軽症・中等症と判定した症例14,310例のうち4,283例(29.9%)が3次病院へ搬送されていたことを踏まえると、救急隊による重症度判定が問題とはいいがたく、その他の要因が搬送先選定に関与していると推察される。今回の調査では軽症あるいは中等症と判定された症例がなぜ3次病院へ搬送されたかは明らかでない。今後その理由を分析することが、医療資源の有効活用につながる可能性がある。

アンダートリアージに関する検討も必要であり、そのためには病院間搬送された症例をさらに詳細に検討する必要がある。

また病院前救護における小児のバイタルサインの男女別心拍数、及び呼吸数のカットオフ値を作成した。これらのカットオフ値と各症例との関係をさらに分析することで、カットオフ値の有用性を確認したり、救急隊の重症度判定の精度をさらに高めたりすることにつながると考えられる。

おわりに

救急隊による重症度判定と、病院搬送後の転帰の関係を示した。また救急搬送中のバイタルサインを分析し、病院前救護におけるバイタルサインのカットオフ値を作成した。今後これらをさらに詳細に分析することが、病院前救護の質向上、資源配分、政策作成、社会的取り組みにつながるであろう。

謝辞

この研究を実施するにあたり次の方々にご多大なご協力をいただいた。この場をお借りして深謝申し上げる。永瀬裕朗先生(神戸大学大学院医学研究科内科系講座小児科学分野)、中山伸一先生(兵庫県災害医療センター高度救命救急センター)、当麻美樹先生(兵庫県立加古川医療センター救命救急センター)、鴻野公伸先生(兵庫県立西宮病院救命救急センター)、菅健敬先生(兵庫県立尼崎総合医療センター小児救急集中治療科)。

この研究は一般財団法人救急振興財団の「救急に関する調査研究事業助成」を受けて行ったものである

表6 男児・心拍数のカットポイント

	5th	10th	25th	50th	75th	90th	95th
0<3m	100	111	127	143	159	173	183
3<6m	102	112	128	145	161	176	185
6<9m	103	113	129	146	163	178	187
9<12m	103	113	129	146	163	179	187
12<18m	102	111	127	144	162	177	186
18<24m	100	108	123	141	158	173	182
2<3y	96	103	117	134	151	166	174
3<4y	90	97	110	126	142	156	165
4<6y	84	90	102	116	131	145	154
6<8y	76	82	93	105	119	133	143
8<12y	69	74	84	96	109	123	132
15<18y	64	69	78	90	103	117	126

表7 女児・心拍数のカットポイント

	5th	10th	25th	50th	75th	90th	95th
0<3m	102	112	128	144	160	175	184
3<6m	104	113	129	146	163	178	187
6<9m	105	114	130	148	165	180	189
9<12m	105	114	130	148	165	181	190
12<18m	104	113	129	147	164	179	188
18<24m	102	110	126	143	161	176	184
2<3y	98	106	120	137	155	169	177
3<4y	93	101	114	131	148	162	170
4<6y	87	94	107	123	139	153	161
6<8y	80	86	98	113	127	141	149
8<12y	72	78	89	102	115	129	137
15<18y	65	71	81	93	106	120	129

表8 男児・呼吸数のカットポイント

	5th	10th	25th	50th	75th	90th	95th
0<3m	17	20	26	33	41	52	61
3<6m	18	21	26	32	39	49	57
6<9m	19	21	26	32	38	47	55
9<12m	19	22	26	31	37	46	53
12<18m	19	22	26	31	36	44	51
18<24m	19	22	26	30	35	43	50
2<3y	18	21	25	29	33	41	50
3<4y	17	20	24	27	31	40	51
4<6y	15	18	23	25	29	38	51
6<8y	14	18	22	24	26	34	45
8<12y	13	17	21	22	23	27	34
15<18y	10	14	19	20	20	22	26

表9 女児・呼吸数のカットポイント

	5th	10th	25th	50th	75th	90th	95th
0<3m	19	22	28	35	44	56	66
3<6m	20	23	28	34	43	53	61
6<9m	20	23	28	34	41	50	58
9<12m	20	22	27	33	39	48	55
12<18m	20	22	26	32	38	46	52
18<24m	19	21	26	30	36	43	49
2<3y	18	21	24	29	35	42	48
3<4y	18	20	23	28	33	41	46
4<6y	17	19	22	26	32	38	44
6<8y	16	18	21	24	29	35	40
8<12y	15	16	19	22	27	34	40
15<18y	14	16	18	22	26	34	42

引用文献 Uncategorized References

- 平成 29 年度 救急業務のあり方に関する検討会 報告書：消防庁；2018 [Available from: http://www.fdma.go.jp/neuter/about/shingi_kento/h29/kyukyu_arikata/04/houkoku.pdf].
- 平成 28 年中の救急搬送における医療機関の受入れ状況等実態調査の結果：総務省消防庁；2017 [Available from: http://www.fdma.go.jp/neuter/about/shingi_kento/h29/kyukyu_arikata/04/sankou2.pdf].
- 傷病者の搬送及び受け入れの実施に関する基準の策定について：総務省消防庁；2009 [Available from: http://www.fdma.go.jp/html/data/tuchi2110/pdf/211027_kyu248_isei1027_3.pdf].
- 平成 30 年版 救急・救助の現状：総務省消防庁；2018 [Available from: http://www.fdma.go.jp/neuter/topics/fieldList9_3.html].
- Yuknis ML, Weinstein E, Maxey H, Price L, Vaughn SX, Arkins T, et al. Frequency of Pediatric Emergencies in Ambulatory Practices. Pediatrics. 2018;142(2).
- Whitfill T, Auerbach M, Scherzer DJ, Shi J, Xiang H, Stanley RM. Emergency Care for Children in the United States: Epidemiology and Trends Over Time. The Journal of emergency medicine. 2018;55(3):423-34.
- Seo DH, Kim MJ, Kim KH, Park J, Shin DW, Kim H, et al. The characteristics of pediatric emergency department visits in Korea: An observational study analyzing Korea Health Panel data. PloS one. 2018;13(5):e0197929.
- Demaret P, Lebrun F, Devos P, Champagne C, Lemaire R, Loecx I, et al. Pediatric pre-hospital emergencies in Belgium: a 2-year national descriptive study. European journal of pediatrics.

2016;175(7):921-30.

9. Houtekie L, Meert P, Thys F, Guy-Viterbo V, Clement de Clety S. Prehospital paediatric emergencies in Belgium: an epidemiologic study. *Eur J Emerg Med.* 2015;22(2):107-10.

10. Li J, Monuteaux MC, Bachur RG. Interfacility transfers of noncritically ill children to academic pediatric emergency departments. *Pediatrics.* 2012;130(1):83-92.

11. Fessler SJ, Simon HK, Yancey AH, 2nd, Colman M, Hirsh DA. How well do General EMS 911 dispatch protocols predict ED resource utilization for pediatric patients? *Am J Emerg Med.* 2014;32(3):199-202.

12. Patterson PD, Baxley EG, Probst JC, Hussey JR, Moore CG. Medically unnecessary emergency medical services (EMS) transports among children ages 0 to 17 years. *Matern Child Health J.* 2006;10(6):527-36.

13. 平成30年の消防局の災害・救急出動状況(速報):神戸市; 2019 [Available from: <http://www.city.kobe.lg.jp/information/press/2019/01/20190123910101.html>].

14. 日本救急医療財団心肺蘇生法委員会. 改訂5版 救急蘇生法の指針 2015 医療従事者用: へるす出版; 2016.

15. Fleming S, Thompson M, Stevens R, Heneghan C, Plüddemann A, Maconochie I, et al. Normal ranges of heart rate and respiratory rate in children from birth to 18 years of age: a systematic review of observational studies. *The Lancet.* 2011;377(9770):1011-8.

16. Bonafide CP, Brady PW, Keren R, Conway PH, Marsolo K, Daymont C. Development of heart and respiratory rate percentile curves for hospitalized children. *Pediatrics.* 2013;131(4):e1150-7.

17. Daymont C, Bonafide CP, Brady PW. Heart rates in hospitalized children by age and body temperature. *Pediatrics.* 2015;135(5):e1173-81.

18. O'Leary F, Hayen A, Lockie F, Peat J. Defining normal ranges and centiles for heart and respiratory rates in infants and children: a cross-sectional study of patients attending an Australian tertiary hospital paediatric emergency department. *Arch Dis Child.* 2015;100(8):733-7.

19. Bonafide CP, Localio AR, Roberts KE, Nadkarni VM, Weirich CM, Keren R. Impact of rapid response system implementation on critical deterioration events in children. *JAMA Pediatr.* 2014;168(1):25-33.